

FRANCISCO VICENTE DE TORNAMIRA Y SU SISTEMA DEL MUNDO

Javier Bergasa Liberal

LA figura de Francisco Vicente de Tornamira ha sido objeto de controversia tanto en lo referente a su vida —fundamentalmente su origen— como a su obra.

Respecto a su patria natal existen dos teorías: una que defiende su origen tudelano y otra que aboga por su procedencia aragonesa. Ambas coexisten desde antiguo y haremos aquí una pequeña exposición de las pruebas y datos bibliográficos en que se sustentan cada una de ellas.

La primera referencia de una tesis aragonesista aparece en la obra de Latassa; en su *Biblioteca Nueva de los Escritores aragoneses* podemos leer (1).

«Quizá nació en Tarazona, u en otro pueblo de Aragón pues los que llevaron este Apellido, y nombre, y fueron de Tudela, ninguno usó del de Vicente como se advierte en el Nobiliario de este linage que escribió D. Juan de Tornamira».

La misma referencia aparece en la revisión que de las obras de Latassa hizo Gómez Uriel en 1886 (2). Y apoyándose en la misma fuente encontramos en la *Gran Enciclopedia Aragonesa* (3).

«Según Latassa, era turiasonense o procedente de familia de Tarazona, aunque en las portadas de sus obras figura como natural de Tudela».

Vemos, pues, que el origen aragonés de Francisco de Tornamira fue difundido inicialmente por Latassa de quien lo toman los demás bibliógrafos.

La tesis que defiende su origen tudelano está refrendada por los datos que de él han quedado en su obra y su testamento nombrándose en ambos natural de Tudela y en este último caso —en el testamento— como tudelano e hijo de tudelanos.

Nicolás Antonio toma de sus publicaciones esa noticia y escribe en su *Biblioteca hispana* (4) «Franciscus Vicentius Tornamira Navarrus, Tudelae natus, Morae Toparcha».

No cabe duda, sin embargo, de que su vida transcurre en Tudela pues los datos astronó-

micos que aparecen en sus tablas están referidos a esta ciudad. Así podemos leer en su *Chronographia* (5) respecto de los eclipses observables entre 1583 y 1610.

«Y porque la computación destes Eclyses está regulada para la Ciudad de Tudela de Navarra nuestra naturaleza, y para su meridiano y Orizonte, poniendo solamente los Eclyses que en su Orizonte se verá».

En este párrafo encontramos una nueva declaración acerca de su origen: «Tudela de Navarra nuestra naturaleza». En la misma obra (6) encontramos otra referencia

«q̄ los dichos eclyses, cõjũctiones y oposiciones de los dos luminares estavã verificadas para el meridiano de la ciudad de Tudela que tiene longitud 12° 40 m. y latitud 42° 20 min. para que los demás pueblos y regiones, assi orientales como occidentales a la dicha ciudad puedan aprovecharse y verificar los dichos eclyses y oposiciones para donde quiera q̄ se hallaren».

Queda patente el interés de Tornamira en manifestar su relación con Tudela así como los lazos que a ella le unen.

Un dato que añadiremos es que las posesiones que aparecen nombradas en su testamento, (7) fechado en Tudela en 1594, tanto en tierras (huertas y olivares) como en casas pertenecen al término de Tudela y si su origen estuviera en otra ciudad no hay duda de que esta destacada familia tendría allí bienes que constarían como herencia.

El enraizamiento a Tudela y la proliferación de vecinos con el apellido Tornamira nos lo asegura Altadill cuando en la *Geografía General del País Vasco* al abordar el tema de la implantación de la imprenta en Navarra escribe respecto de la primera obra impresa (8).

«a las que siguió Pamplona en el año 1495 dando a luz su primer libro que se tituló Epilogo en Medicina y Cirugia, conveniente a la salud produccion anónima atribuida a Velasco de Taranta o sea D. Juan Francisco de Tornamira ilustre tudelano que más adelante publicó otros libros de Medicina y de Historia».

Lo comentado sobre los bienes testamentales de Francisco Vicente de Tornamira y esta nota tomada de Julio Altadill indicando la existencia de Tornamiras en Tudela cien años antes de la publicación de sus obras echan por tierra la tesis que aventura Picatoste cuando escribe (9) «pudo muy bien descender de vecinos y naturales de Aragón». Afirmación que hace Picatoste siguiendo la que ya indicamos de Latassa y que fue el iniciador de la corriente en favor del origen aragonés de Francisco Vicente. Si fuera cierto lo dicho por Picatoste tendría que ser nuestro Tornamira descendiente de aragoneses con varias generaciones navarras intermedias.

Todavía encontramos más opiniones en esta polémica; se trata esta vez de Martín Fernández de Navarrete quien se decanta por el origen navarro del autor que nos ocupa y esgrime como argumento la opinión de la Academia de la Historia. Leemos en su *Biblioteca Marítima Española* (10).

«El autor de la Biblioteca de escritores aragoneses Latassa pretende hacerle natural de Tarazona u otro pueblo de Aragón; pero otro acreditado bibliógrafo y la Academia de la Historia dicen que nació en Tudela de Navarra».

Diremos, pues, que parece no haber duda acerca del origen tudelano de Francisco Vicente de Tornamira, Señor de Mora, hijo de Juan de Tornamira y Luisa Vicente que nació en 1534 probablemente (11) y que cambió el orden de sus apellidos tomando el materno como primer apellido. Esta inversión de apellidos, según Castro (12) tendría por objeto distinguirse de otros dos tudelanos con los que coincidía en nombre y apellido.

La inversión del orden de sus apellidos que realizara Francisco de Tornamira Vicente ha podido suscitar la confusión acerca de su verdadera personalidad y probablemente Latassa haya sido engañado por esta causa; y así cuando asegura que no existía en Tudela un Tornamira de nombre Vicente está cayendo en un error que luego sería difundido profusamente por cuantos se apoyaron en su obra.

Casó Tornamira con Ana Bueno con quien tendría diez hijos de los que sólo sobrevivieron a sus padres dos: Jerónima y Mariana (13). Falleció el 24 de Agosto de 1597 según señala Castro (14) y ratifica presentando el acta de comparecencia de los herederos solicitando la apertura del testamento con esa fecha.

No podemos aportar más datos sobre su vida quedando así velado cuanto concierne a su preparación científica o estudios realizados. No se mencionan títulos académicos o estancias en ciudades en las que hubiera Universidad por lo que nos inclinaremos a seguir el juicio de Pícatoste (15): «parece indicar que fue uno de aquellos caballeros que por su esmerada educación conocían las ciencias sin haberlas cursado en ningún establecimiento público» y más aún si tenemos en cuenta lo escrito por el mismo Tornamira en la dedicatoria que de su *Chronographia* hace al Marqués de Falces, D. Gastón de Peralta, (16)

«con cuyo amparo se libraba de las detractoras lenguas del indocto vulgo, que (no sin gran lástima) esta ya tã disciplinado que sin consideracion alguna, ni respecto juzga temerariamente lo que hombres doctisimos han cõpuesto. Lo qual mas libremente hiziera desta obra por carecer yo de los grados de sciecias, q̃ en las escuelas se da, y no professar el abito dellas: sino saliera debaxo del amparo de V.S. Illustrissima».

No obstante de la lectura de su obra se desprende que su formación era bastante completa y su contenido no es en ningún caso inferior al de otras obras de la época escritas con la misma intención divulgadora. Las citas que da así como los datos que recoge van desde Platón y Aristóteles hasta Copérnico pasando por Alfonso X, Zacuto, Azarquiel, y demás autores que eran en ese momento en quienes se fundamentaba la Astronomía tanto en su vertiente cosmológica como observacional y sin olvidar que la Astrología formaba parte indisoluble de esa ciencia y que no empezarían a separarse hasta la aparición en el siglo XVII de obras de carácter exclusivamente astronómico.

Se podría llegar a pensar que la Reforma Gregoriana (17), acaecida en 1582, hubiera sido el detonante que despertase en Tornamira el interés por las Matemáticas y la Astronomía.

No obstante el plazo tan breve que separa esa fecha y la de publicación de *Chronographia*, que data de 1585, lo desmiente ya que no parece posible que en tan corto intervalo se puedan adquirir conocimientos tan amplios como los demostrados por Francisco Vicente de Tornamira. Además podemos añadir sobre este punto el testimonio del propio autor al que hace referencia en su testamento fechado en 1593 y que recoge Castro en sus obras sobre bibliografía tudelana (18).

«Considerando las miserias de la vida humana y sus defectos y penalidades que son casi innumerables y demás desto su brevedad que comparado con lo más largo que las gentes suelen vivir con la eternidad de la vida venidera es apenas un punto e instante y aquel sin ninguna seguridad, muy dudoso y mudable, sin permanecer en su ser, corriendo a rienda suelta, pasándonos el tiempo sin sentirlo, caminando de día y de noche sin parar jamás para la muerte, perdiendo siempre de nuestra salud sin que lo hayan podido impedir las ciencias humanas ni el curso de los planetas, signos y constelaciones, ni las demás estrellas contenidas en la Astrología a la cual continuamente he sido aficionado y a las demás ciencias matemáticas, gastando en su especulación y discursos, pudiendome haber empleado en otras cosas más provechosas y saludables para la salvación de mi alma y conseguimiento de la vida perdurable para la que fuimos criados».

Todo lo cual nos empuja a pensar que efectivamente recibió una esmerada educación y que su interés por estas ciencias le llevan a su estudio continuado a lo largo de su vida. Tal vez sí: pudiera influir la Reforma del Calendario para animarle a publicar en una sola obra el resultado de sus años de estudio y observación.

Obras

Aunque acabo de indicar que Tornamira publicó en una obra el resultado de años de trabajo dos fueron las que vieron la luz siendo la otra una simple traducción al castellano del nuevo Calendario Gregoriano. Vemos los títulos de estas dos obras:

Chronografía y repertorio de los tiempos, a lo moderno el qual trata varias y diversas cosas:

Cosmographia, Sphera, Theorica de Planetas, Philosophia; Computo y Astronomía, donde se conforma la Astrología con la Medicina: y se hallaran los motivos y causas que ha avido para reformar el año: y se corrigen muchos passos de Astrología que por la dicha reformation quedaron atrasados. Compuesto por Francisco Vicente de Tornamira, Señor de Mora, natural de la ciudad de Tudela, del Reyno de Navarra.

Con el lunario q̄ dura veinte y ocho años dende el principio del año MDLXXXIII hasta el año MDCX. Y con los eclipses avra en el dicho tiempo, con el pronostico dellos y con los Cathálogos de los Reyes que ha avido en todos los Reynos y provincias del mundo. Lleva al fin un indice copiosissimo de todas las materias que tracta.

Impresso con licencia de su Magestad, en la muy noble y muy leal Ciudad de Pamplona, por Thomas Porralis de Savoya. MDLXXXV.

Está dedicada esta obra a D. Gastón de Peralta, Marqués de Falces. Lleva aprobaciones del Doctor Fernández fechada en Madrid a 31 de Mayo de 1583 y de Fr. Miguel Rusola, prior del Monasterio del Carmen de Pamplona, fechada en Pamplona a 12 de Julio de 1584. Está presentada en cuarto y consta de 560 páginas y lleva añadidas tablas.

La obra lleva por título:

Traducción del Kalendario Gregoriano de latín en español, con ciertas adiciones y comentarios al fin de cada uno de sus canones para que mejor le puedan entender.

Por Francisco Vicente de Tornamira Señor de Mora natural de la ciudad de Tudela.

Dirigido al Ilustrísimo y reverendísimo Señor D. Bernardo de Rojas y Sandoval. Obispo de Pamplona y del Consejo de su Magestad.

Impresso en Pamplona por Pedro Porralis. MDXCI.

Lleva aprobación de Fr. Miguel Rusola, Prior del Monasterio del Carmen de Pamplona. Está editada en cuarto y tiene, aparte de las tablas, 97 páginas.

Aparentemente no debiera haber problema acerca de las obras de Francisco Vicente de Tornamira pues son sólo dos y no hay duda acerca de su paternidad sin embargo existe una divergencia de pareceres acerca de la posible existencia de una edición de la *Chronographia* aparecida en 1580 es decir cinco años antes que la que he reseñado aquí.

Esta edición que es registrada por algunos autores, no todos, y que es negada por otros llevaría por título:

Chronographia y repertorio de los tiempos que trata de Cosmographia y Sphera, Theorica de Planetas y Astronomía por D. Francisco Vicente de Tornamira. Pamplona 1580.

La primera diferencia la encontramos en el título que sorprendentemente es mucho más corto y en él no figura esa aclaración: «a lo moderno» que aparece en la edición que conocemos de 1585. Digo que conocemos, pues la edición de 1580 es citada por los bibliógrafos pero no consta su existencia material.

Y no deja de sorprender que estudiosos de la Ciencia española o de la tipografía navarra y tudelana no hayan localizado ningún ejemplar correspondiente a esta «supuesta» primera edición de la *Chronografia*. Vemos cual es la situación y las opiniones respecto de este asunto.

Latassa (19), Fernández de Navarrete (20) y Castro (21) en el *Ensayo de una biblioteca tudelana* citan ambas ediciones pero el propio Castro en *Autores e Impresores tudelanos* (22) se desdice y asegura que la edición de 1580 no existe.

Menéndez Pelayo, únicamente cita la edición de 1580, en su *La ciencia española* (23) pero es que además es la única obra de Tornamira que cita; no hace, pues, mención de la *Traducción del Calendario*.

Pérez Goyena en *Ensayo de Bibliografía Navarra* (24) la incluye como rectificación, añade que el título está mal redactado y a continuación dice

«O por agotamiento de la edición o por algún defecto de ella, se haría la segunda. ¿No se anunciaría en ésta (la edición de 1585) cualquiera de tales cosas? Ningún bibliógrafo especializado en la materia ha podido hallar semejante impresión».

Ion Bilbao (25) que sigue a Castro y a Pérez Goyena no la menciona. Palau y Dulcet (26) tampoco la cita y señala: «Es fantasma la edición que anotan Altadill y Arigita de Pamplona 1580».

Picatoste también niega la existencia de esta edición y argumenta (27):

«El objeto principal que Tornamira se propuso en las dos obras que a continuación anotamos, fue acomodar todos los elementos astronómicos a la variación en el cómputo del tiempo, introducida por la corrección Gregoriana calculando nuevas tablas para los Calendarios y posiciones de los astros. Estas obras, por tanto, debieron escribirse después de 1582, y es imposible que haya una edición de la *Cronografía de 1580*».

Esta rotundidad encaja perfectamente para la *Traducción del Calendario*, que necesariamente ha de ser posterior a la Reforma Gregoriana, pero no se ajusta tanto para la *Chronographia* que sólo en algunas tablas se vería afectada por dicho cambio mientras que el resto, el cuerpo de la obra, es independiente de tal corrección.

Ya vemos que en los estudios bibliográficos más recientes no consta esta edición fantasma de la *Chronographia* y quienes la anotan toman la referencia de Latassa y Altadill. Probablemente el origen del error hayamos de encontrarlo en Latassa quien publicó su *Biblioteca Nueva*, obra en la que cita a Tornamira, en 1798. No obstante existen reseñas sobre la figura y la obra de Francisco Vicente de Tornamira anteriores a la de Latassa como la que encontramos en la *Bibliotheca* de Gabriel Sora publicada en 1618 (28) y en la que anota únicamente la edición de 1585. Es interesante destacar la proximidad de fechas entre ambas publicaciones y que presumiblemente ambos autores fueron coetáneos.

También la *Bibliotheca hispana* de Nicolás Antonio (29) editada en 1682 es anterior a la *Biblioteca Nueva* de Latassa e igualmente en ella sólo se menciona la edición de 1585.

Es difícil formarse un juicio definitivo acerca de la existencia o no de esa edición. Aparte de las opiniones recogidas el único dato que nos permite conjeturar es esa aposición, «a lo moderno», que se incluye en el título de la edición conocida de 1585. Pero muy bien ese «a lo moderno» puede estar referido a la Reforma efectuada en 1582 y lo utilizara Tornamira o su editor como reclamo intentando resaltar esa ventaja de la *Chronographia* respecto de otras obras de similar contenido que circulaban en la época tanto en castellano como en latín. Tengamos en cuenta, asimismo, que a pesar de su publicación en 1585 las tablas del lunario están preparadas desde el comienzo de 1583 momento en el que efectivamente principia la Reforma ya que en el año anterior se habían introducido los cambios necesarios para que a partir del primero de Enero de 1583 se normalizara la situación —emplazamiento del equinoccio de primavera y duración del año— como se había previsto y también que la aprobación firmada en Madrid por el Doctor Fernández data del 31 de Mayo de 1583. En conclusión Tornamira tendría la *Chronographia* preparada, dada su extensión, en el año 82 o con anterioridad. ¿Tendrían sentido dos ediciones tan próximas si se tiene en cuenta que la Reforma Gregoriana llevaba tanto tiempo esperándose por ser su preparación y sus autores conocidos de tiempo ha ?

Y por otra parte, como muy bien puntualiza Pérez Goyena (30) en la edición de 1585, no hay mención acerca de la impresión o corrección de otra anterior. Y, desde luego, en su

contenido no se menciona ninguna otra obra del mismo autor.

¿Vieron, tuvieron en sus manos Latassa, Altadill u otro de los que la citan un ejemplar de esa edición de 1580? Como no podemos contestarnos esta pregunta y nadie afirma conocer tal ejemplar muy bien le cuadra el apelativo de «fantasma» que le da Palau y Dulcet a una obra que sólo existe entre las páginas de algunas bibliografías.

Contenido de las obras

Aparte de conocer sus obras y haber entrado en la polémica acerca de las ediciones es conveniente que analicemos el contenido de las mismas aunque sólo sea de forma general.

La *Traducción del Calendario* no merecerá nuestra atención, pues su alcance no es más profundo que la mera traducción de la Reforma Gregoriana, suficientemente conocida, como se nos indica en el título.

Centraremos, por tanto, nuestro interés en la *Chronographia* que es un extenso tratado sobre materias muy diversas como indica el largo encabezamiento que le sirve de título.

Veamos los comentarios que suscita en la bibliografía utilizada hasta ahora:

De ella nos dice Latassa (31) «las luces, curiosidad y buenos principios de esta obra merecen mayores noticias que da de ella D. Nicolás Antonio en su *Bibliotheca*». Las noticias que da Nicolás Antonio no pueden ser más escuetas (32):

«Franciscus Vicentius Tornamira Navarrus, Tudelae Natus, Morae Toparcha: Chronologia y Repertorio de los tiempos Pampe-lonae anno 1585 in 4 apud Thoman de Porrallis».

Pérez Goyena escribió a propósito de ella: (33)

«Rebosa erudición el libro y supone gran trabajo de conocimientos extensos y no vulgares de Astronomía. En la influencia de los astros en los cuerpos de los hombres y en los días en que hay que tomar purga y sangrarles profesa las ridículas ideas de su tiempo. Asegura que los astros inclinan pero no quitan la libertad del hombre».

El comentario que incluye Felipe Picatoste en su *Apuntes para una Biblioteca Científica* está ya recogido en buena medida con anterioridad y no aporta ningún juicio general sobre esta obra que no sea la inclusión de los apartados genéricos que en ella se tocan. Dice así: (34):

«Está dividida en 162 capítulos, que tratan sucesivamente de los puntos siguientes: Creación del Universo; división de la Filosofía; de las artes liberales, de la conformidad de la Medicina con la Astrología; del movimiento de los astros en los cielos rechazando la vulgar idea de que los astros están clavados en su cielo y es éste el que se mueve; de la esfera, constelaciones, círculos y Zodíaco; de la latitud o altura del polo y modo de calcularla y descripción de un instrumento propio para esta operación; de la Cronología Universal; del áureo número, epacta, indicción, letra dominical, etc. de los días y horas, y de sus desigualdades; del Calendario antiguo

y moderno y de los pronósticos metereológicos».

Nos centraremos en el estudio y comentario del sistema del mundo descrito por Tornamira en la *Chronographia* pero hay otros apartados en la obra que aunque no abordaremos son de gran interés y cuya importancia se acrecienta si valoramos el momento en que fueron escritos. Me estoy refiriendo, por ejemplo, al apartado del Calendario cuya reforma se realiza en esas fechas. Además su conocimiento era imprescindible para fijar las fiestas móviles de la Liturgia en torno a las cuales giraban muchos de los acontecimientos importantes de la vida cotidiana: Carnavales, Cuaresma, Corpus y otras festividades. Es tal la importancia que ha tenido —y todavía conserva— un exacto control del Calendario que se ha incluido de forma sistemática en todos los tratados generales de Matemáticas hasta el siglo XIX.

De la misma forma podemos destacar los apartados relativos a la observación —con las consiguientes tablas— en una época en que ésta era todavía ocular, puesto que, recordemos, que Galileo publica en 1610 su *Nuntio Sidereo* sobre los satélites de Júpiter y que ésta fue la primera obra en la que las observaciones anotadas se realizan con telescopio.

Localización histórico-científica de la obra de Tornamira

Sin duda el acontecimiento científico de mayor relieve en este siglo (XVI) es la publicación del *De revolutionibus* de Copernico en 1543. Este hecho que hoy lo contemplamos con la suficiente perspectiva histórica como un hito fue, en su momento, motivo de controversias y no alcanzaría su máxima resonancia sino en los trabajos de sus continuadores más prestigiosos en la siguiente centuria (siglo XVII) Galileo y Kepler.

Un capítulo importante en el desarrollo de las nuevas ideas introducidas por Nicolás Copérnico fue el proceso de Galileo (35) a partir del cual la Iglesia se mostró más combativa e intolerante frenando su difusión y permitiendo su manejo como hipótesis pero no como certidumbre. Esto produjo en el panorama científico español un retraso de casi dos siglos fruto del celo ortodoxo de la Iglesia y el Estado españoles.

Thomas Digges (36) que en 1576 publica una obrita defendiendo el sistema copernicano será una de las pocas voces que en el siglo XVI aboga en favor del nuevo sistema heliocéntrico.

En tanto uno de los grandes astrónomos de la época, Thycho Brahe (37), presenta un nuevo sistema del mundo situando a la Tierra como centro del Universo —lo mismo que el sistema de Ptolomeo— en torno de la que giran la Luna y el Sol mientras que el resto de los planetas lo hacen alrededor de éste último.

El sistema Tychonico que sería de gran éxito, por cuanto contaba con dos importantes apoyos: de un lado su gran reputación de observador y de otro continuaba la visión tradicional (Aristotélica y Ptolomeica) de la Tierra inmóvil, fue hecho público en 1588. No obstante su defensa de la inmovilidad de la Tierra no responde a un interés continuista sino que es resultado de su trabajo científico, pues los instrumentos que manejaba no le permitían observar paralaje en las estrellas fijas por lo que se mantenía contrario al movimiento terrestre. (38)

La construcción de mejores tablas y la necesidad de una nueva Cosmología ya heliocéntrica —la Copernicana— ya geocéntrica —la Tychonica— son los puntos dominantes en la

situación que vivía la Astronomía en el final del Siglo XVI momento en el que aparece la *Chronographia* de Tornamira.

Veamos como nos describe Barbara Bienkowska la situación científica en ese periodo turbulento para la ciencia en que un nuevo concepto del Universo y también del hombre luchan por imponerse a una visión del Mundo en la que el hombre es su centro indiscutible y existe toda una tradición filosófica y científica fundamentada en Aristóteles y sancionada por los escolásticos que la sustentaban: (39)

«En la larga y tempestuosa disputa en torno del heliocentrismo se concentraron las contradicciones esenciales de la cultura intelectual europea de las postrimerías del siglo XVI y principios del XVII. Ello fue así porque la aceptación de la teoría heliocéntrica exigía una revalorización cabal, no sólo de conceptos científicos e ideológicos fundamentales, sino también de las nociones más corrientes».

Y más adelante (40)

«La teoría heliocéntrica atentaba, en aquella época, contra tres fundamentos de la ciencia sobre el mundo: la Biblia, el aristotelismo y la experiencia directa de los sentidos».

Veamos aunque sólo sea de forma somera la situación científica española en esta época. La publicación de *De revolutionibus copernicano* y la aparición con ello de un nuevo modelo de Universo tiene entre nosotros un defensor: Diego de Zúñiga, padre agustino, que publicó en 1584 su *In Iob Commentaria* y que fue de los escasos científicos que en esa primera hora admite la posibilidad de los movimientos de la Tierra y no cree que el nuevo orden esté en desacuerdo con las Sagradas Escrituras: (41)

«Y no hay pasaje alguno en las Sagradas Escrituras que diga tan claramente que la tierra no se mueve como éste [Copérnico] afirma que se mueve».

En los estatutos de la Universidad de Salamanca correspondientes al año 1561 encontramos un punto en el que se admite la posibilidad de enseñar el nuevo sistema: (42)

«El segundo año, seis libros de Euclides y Aritmética, hasta las raíces cuadradas y cúbicas y el Almagesto de Ptolomeo o su epitome de Monte Regio, o Geber, o Copérnico, al voto de los oyentes; en la sustitución, la Esfera».

Lo cierto es que el nuevo sistema copernicano a pesar de aparecer en los estatutos de la Universidad no fue enseñado.

La obra de Tornamira que sigue totalmente la concepción ptolomeica del Universo y de la física aristotélica queda como uno de los últimos jalones de una Cosmología que terminará siendo desbancada por una nueva visión del Universo y una nueva física que no sólo describen sino que demuestran. Pero no pensemos que la *Chronographia* de Tornamira por no seguir la nueva corriente queda desfasada y pierde su interés científico ya que por una parte aparece en un difícil momento de transición y por otra tampoco hemos de olvi-

dar que se continuarán publicando obras de valor científico basadas en sistemas geocéntricos durante los siglos XVI y XVII y en este último caso al margen, incluso, de la física newtoniana.

Antes de abandonar el estudio general de la obra tornamirana parece oportuno considerar la posibilidad de que Tornamira trabajase en una nueva obra o bien que simplemente se tratara de un proyecto que no llegara a profundizar. Esta sospecha procede del comentario que hace Francisco Vicente en la página 141 de la *Chronographia*. Allí podemos leer lo siguiente:

«Como de todo daremos las demostraciones para que mejor se entienda en nuestras theoricas de los Planetas que en breve saldrán a la luz».

Modelo de Universo descrito en la *Chronographia* de Tornamira

Abordaremos en este apartado la exposición del Sistema del Universo que Francisco de Tornamira presenta en su *Chronographia* y que nos va a servir de ejemplo, y ejemplo cercano, por el origen y formación de su autor, para conocer cuál era la descripción habitual que la Ciencia había hecho del Mundo y que mantuvo durante siglos mejorando, poco a poco, medidas y elementos de forma que el modelo se ajustase a las previsiones, mediciones y observaciones. De hecho, la mejora de las observaciones obligó a complicar el sistema geocéntrico hasta tal punto que esa dificultad de elementos: epiciclos, deferentes, excéntricos, ecuantes,... lanzan a Copérnico a buscar un sistema más sencillo pero que a la vez no cediera en exactitud en cuanto a previsión de efemérides y que permitiera hacer coincidir los cálculos astronómicos con el modelo cosmológico, pues hasta estos momentos se mantiene una progresiva separación entre observación de movimientos y explicación de sus causas. Vemos en este sentido un comentario de Kuhn que creo bastante ilustrativo (43)

«El propio Ptolomeo es autor de la obra completamente cosmológica, las Hipótesis sobre los planetas, donde se expone un mecanismo físico escasamente satisfactorio en explicar los movimientos epicíclicos. Sin embargo, cuando diseñaban sistemas matemáticos para predecir las posiciones de los planetas, los astrónomos helenísticos no se preocuparon casi nunca por la posibilidad de construir contrapartidas mecánicas para sus edificios geométricos. La realidad física de los caparzones esféricos y los mecanismos que aseguraban el movimiento de los planetas eran para los astrónomos helenísticos, como máximo, problemas secundarios. En pocas palabras, los científicos helenísticos aceptaban sin ningún malestar aparente una tácita y parcial separación entre la astronomía y la cosmología».

Y un poco más adelante

«En el siglo XVI, dicha bifurcación ofrecía un precedente importante a Copérnico. Puesto que él también veía la astronomía como

algo esencialmente matemático, la incongruencia, desde el punto de vista físico, de un epiciclo dotado de movimiento en un universo de esferas podría ser un tímido antecedente de la incongruencia física que representa una tierra en movimiento». (44)

El interés que vemos en la *Chronographia* es, precisamente, que además de presentar el modelo ptolomeico tradicional intenta una explicación del movimiento de los planetas que procura ser minuciosa, aunque sin alcanzar, por supuesto, el rigor científico pertinente que se exigirá a partir de aquel momento.

Los textos que vayamos anotando proceden todos de la *Chronographia* por lo que en cada cita anotaremos el capítulo o página del que está tomado evitando así una avalancha de notas que dificultaría la lectura con demasiados cortes.

Como ya hemos venido adelantando el sistema que describe Tornamira es geocéntrico pero podemos encontrar una referencia del nuevo sistema en el capítulo X titulado «De la orden de los cielos y su movimiento»: (pág. 32)

«La Tierra que es mas baxa que todos los elementos y es centro del mundo, esta inmovible que no se puede mover por cierta necesidad de la naturaleza, aunque no faltaron algunos que dixeron moverse la Tierra y todos los otros orbes no moverse: pero la opinión destos tales es ridiculosa como se vera».

Encontramos aquí su declaración como geocéntrico y un ataque al heliocentrismo al que trata de ridículo. No podemos concluir si el heliocentrismo que conoce Tornamira es el del pitagórico Filolao o bien el modelo propuesto por Copérnico. En cualquier caso se trata de una extraña interpretación, quizá sea sólo una mala expresión, de los sistemas heliocéntricos, pues éstos sólo atribuyen inmovilidad al Sol considerando que el resto de los planetas y la Tierra, que es ya uno de ellos, giran en torno a él. Siendo la única diferencia con el sistema ptolomeico el cambio de una tierra inmóvil por un Sol inmóvil y no por la inmovilidad de todos los planetas a excepción de la Tierra como se desprende del párrafo señalado. Es lamentable que ese «se vera» no tenga continuación en la que se aclare con más precisión las opiniones de Tornamira respecto al heliocentrismo.

En el capítulo IX «Que trata de la división y diffinicion de la Sphera» señala las diversas teorías acerca del número de orbes y de su ordenación. Tornamira sigue el modelo de Ptolomeo.

Considera el mundo dividido en dos zonas esféricas concéntricas la elemental y la celestial. Estando la primera dentro de la segunda. La esfera elemental consta de cuatro regiones: tierra, agua, aire y fuego. Y la zona celestial consta de once orbes, siempre concéntricos, que son: Luna, Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter, Saturno, Firmamento —en el que se encuentran las estrellas fijas—, Crialino o Aqueo, Primer móvil y Empíreo —lugar de los santos— que está en reposo.

Veamos el tamaño que se concede al Universo. Los datos acerca del tamaño de los orbes que maneja Tornamira están tomados de Al Fargani (45) que da las distancias utilizando como unidad de medida el radio terrestre y ésta a su vez mide 3.250 millas italianas o romanas de 1.481 metros, por tanto consideraba Al Fargani el radio terrestre de 4.813,25 Km. Anota-

remos los datos que indica Tornamira en el mismo capítulo IX y compararemos algunos con los que manejamos en la actualidad.

- « De la Tierra a la parte cóncava del orbe de la Luna 33 sem.
 De la Tierra a la parte convexa del orbe de la Luna
 ó a la parte cóncava del orbe de Mercurio: 64 sem.
 De la Tierra a la parte convexa del orbe de Mercurio
 ó a la parte cóncava del orbe de Venus: 167 sem.
 De la Tierra a la parte convexa del orbe de Venus
 ó a la parte cóncava del orbe del Sol: 1.120 sem.
 De la Tierra a la parte convexa del orbe del Sol
 ó a la parte cóncava del orbe de Marte: 1.220 sem.
 De la Tierra a la parte convexa del orbe de Marte
 ó a la parte cóncava del orbe de Júpiter: 8.876 sem.
 De la Tierra a la parte convexa del orbe de Júpiter
 ó a la parte cóncava del orbe de Saturno: 14.405 sem.
 De la Tierra a la parte convexa del orbe de Saturno
 ó a la parte cóncava del orbe del Firmamento ... 20.110 sem.
 De la Tierra a la parte convexa del orbe del Firmamento
 ó a la parte cóncava del Cristalino 40.220 sem.»

La primera diferencia importante la encontramos ya en la unidad de medida utilizada: el radio terrestre se calcula en la actualidad en unos 6.378 km. frente a los 4.813,25 que le concedían Al Fargani y sus seguidores. Esta diferencia hace que la imagen que tenían del Universo fuera mucho más reducida. Veamos algunos ejemplos:

	Según Tornamira en Km.	Datos act. Km.
Distancia Tierra - Sol	5,4 millones	149,6 millones
Distancia Tierra - Luna	159.000	381.000
Distancia Tierra - Júpiter	69,4 millones	628,7 millones
Distancia Tierra - Firmamento	96,8 millones	40 billones

Para la distancia Tierra-Firmamento he utilizado la distancia a la estrella más próxima a nosotros: alfa de Centauro que dista 4,2 años luz (46). Para los sistemas geocéntricos no existía el problema de selección que se nos ha planteado a nosotros para considerar la distancia a las estrellas, puesto que las suponían todas en una misma esfera y por tanto equidistantes.

Queda, pues, bien reflejado que el Universo que sostenían era muy pequeño y ésta fue la causa de no pocas dificultades para aceptar el nuevo sistema que precisaba para ser coherente de unas medidas casi impensables, y desde luego inadmisibles, —comparemos para hacernos una idea los datos actuales con los que cita Tornamira— lo cual suponía un cambio cuantitativo casi tan profundo como lo fue el cualitativo.

Veamos como trata Tornamira lo relativo a la forma y propiedades de los cielos (Se suelen utilizar indistintamente los términos esferas, orbes, cielo o cielos).

Para ello nos serviremos del capítulo XIV «De la figura del cielo» y del XV «De la cali-

dad de los cielos».

Respecto de la forma en el citado capítulo XIV. (pág. 38) nos dice, como es preceptivo, que los cielos son esféricos y lo argumenta a partir de dos principios fundamentales en los que utiliza la reducción al absurdo como método demostrativo:

1. Si no fueran esféricos podrían producirse casos de «penetración de cuerpos». Absurdo porque los choques en el Cielo contradicen la armonía pitagórica del movimiento de los cielos, y éstos son inmutables.
2. Si tuvieran otra forma que la esférica se producirían zonas vacías. Absurdo, pues la existencia del vacío contradice la física aristotélica.

Esto en cuanto a la zona celestial. Para la zona elemental, a la que también da forma esférica, reconoce que se acomodan a cualquier forma tanto tierra, como agua, como aire o como fuego y que por eso mismo se acomodan en capas esféricas. No obstante da pruebas de su esfericidad y para la tierra argumenta que Magallanes (47) así lo había comprobado despejando cualquier duda.

En el capítulo XV (pág. 41) trata de las cualidades de los orbes y a propósito de ellos escribe: «los cielos no pesan, son sólidos mas que el acero o diamante, no tienen color».

Por tanto defiende la existencia material de los orbes en los que van engastados los planetas, según veremos, de manera que todo el Universo es sólido como una cebolla, usando una imagen muy gráfica y muy repetida, en la que cada casco sería un cielo.

Veamos ahora el movimiento de las esferas para lo cual tomaremos la información que presenta Tornamira en el capítulo X que lleva por título «De la Orden de los cielos y su movimiento».

Comienza por el décimo cielo del que dice (pág. 27)

«que está rodeado del Cielo Empyreo, que es el más supremo, es todo raro y transparente, sin ningún a estrella»...

«... el cual se mueve sobre los polos del mundo de levante a poniente con tanta velocidad que en xxiiii horas fenece su curso, moviendolo su inteligencia, llamada por muchos Anima del mundo: porq̄ moviendose el, tiene virtud de hazer mover y llevar tras si todos los otros cielos interiores»

El movimiento de este décimo cielo que da una vuelta completa en 24 horas y que transmite su movimiento a todos los demás orbes sustituye al movimiento diario de la Tierra, una vuelta en torno a su eje en 24 horas, que se introdujo con el sistema copernicano y que resultaba imposible en un sistema que defendía una Tierra estática en el centro del mundo.

Continúa la descripción de los movimientos de los orbes con el noveno cielo y así (en la pág. 28) encontramos

«Debaxo deste esta la nona Sphera, q̄ por lo mesmo esta privada de estrellas, la qual ultra del movimiento de las 24 horas que tiene de Oriete a Poniente por virtud del primer mobil, es movida también por su propia inteligencia de Poniente a Levante, contra el curso del primer mobil, con tanta tardança que en cien años apenas anda un grado».

Aunque, Tornamira, inicialmente otorga a este noveno orbe un movimiento de un grado cada cien años, es decir un giro completo en 36.000 años, añade una larga lista con los periodos que para el movimiento de esta esfera habían calculado otros astrónomos desde la antigüedad hasta su época. Citaremos algunos de los que él menciona (Pág. 30): el dato tan redondo de 1° cada 100 años es de Menelao y corresponde a la observación de periodo más largo, Ptolomeo le otorga el 1° en 86 años, Zacuto 1° en 66 años, Azarquiel en 65 años, Montereio en 80 años y Copérnico cuyo dato aparece registrado en la pág. 126 1° en 71,71 años.

El movimiento de esta esfera que Tornamira llama «movimiento de los auges de las estrellas» corresponde al movimiento de variación de los equinoccios o de precesión de los equinoccios.

Algunos autores critican la existencia de estas dos esferas, novena y décima, por carecer de estrellas. Tornamira, no obstante, la defiende por cuanto el movimiento que transmiten a las restantes esferas justifican su existencia.

El octavo cielo, el Firmamento, está dotado de tres movimientos (pág. 30):

1. De oriente a occidente en virtud del movimiento del décimo cielo.
2. De occidente a oriente en virtud del movimiento del noveno cielo.
3. Movimiento propio del octavo cielo. Tomemos sus propias palabras (pág. 30 y 31):

«Lo cumple en 7 mil años sobre los dos puntos del de los 2 equinoccios»...

«El exe deste movimiento es una línea q̄ imagina el entèndimiènto q̄ pasa dende el primer pũto del signo de Aries hasta el primer pũto del signo de Libra del nono cielo»...

«este circulo q̄ hazen Aries y Libra del octavo cielo alrededor del primer punto de Aries y Libra del 9 cielo, se dize movimiento de la Trepidación o del acceso y recesso, porq̄ va anadeando unas vezes del Sptentriõ hazia el Austro, y otras de Austro hazia Sptentriõ.»

Compara Tornamira este movimiento con el de una bola que cuando empieza a perder el impulso comienza a cabecear (no sigue una trayectoria rectilínea) y según su propia expresión (pág. 30) «va como cãhada».

Anota Tornamira el periodo que Copérnico calculara para este movimiento de la esfera del firmamento (pág. 126) y que es de 1.717 años que poco tiene que ver con los 7.000 años indicados.

El movimiento de la novena esfera (Cristalino) y el movimiento propio de la esfera del Firmamento (tercer movimiento de la octava esfera) componen el movimiento que recibe el nombre de precesión de los equinoccios y que se le conoció con el nombre de Trepidación. El primero de ellos nos da la posición media del equinoccio en una fecha fija y el segundo es una corrección que se debe hacer para determinar la posición real que tiene en ese instante el punto Vernal o primer punto de Aries. Este segundo movimiento recibe el nombre de anomalía. El cálculo de este movimiento de Trepidación se hacía a partir de tablas y resultaba complejo porque consideraban que el movimiento podía producirse si

guiendo el orden de los signos del Zodiaco o bien en sentido contrario. Sería Tycho Brahe quien terminaría con el falso concepto del movimiento de Trepidación, pues calculó la duración del año trópico (48) con un error de un segundo. La composición de ambos movimientos, el de noveno cielo respecto del eje de los polos, y el del octavo, respecto del eje de equinoccios Aries-Libra, corresponde al movimiento circular del polo celeste en la esfera celeste.

El cálculo y explicación del movimiento de precesión está interrelacionado con el cálculo de la inclinación del eje terrestre, pues el ángulo que forma dicho eje con el eje del mundo es el mismo que forman los ejes de los movimientos citados de la octava y novena esferas. Copérnico calculó una inclinación de 23° 28' 24" y Tycho Brahe 23° 31' (en la actualidad manejamos 23° 27').

Las restantes esferas corresponden a cada una de las estrellas fijas o planetas cuyos movimientos propios son (pág. 31)

« Saturno	29 años	162 días y 12 horas casi
Júpiter	11 años	303 días y 20 horas casi
Marte	2 años menos 23 días	
Sol		365 días y 5 horas 49 minutos
Venus		»
Mercurio		»
Luna		27 días y 8 horas casi »

De Venus y Mercurio dice que su curso es el mismo que el del Sol «saliendo unas veces delante del Sol a las mañanas, y poniéndose después del otras a la tarde».

En la página 212 da una mayor aproximación para el movimiento de Marte: «1 año 321 días XXIII horas». En la página 214 dice del Sol: «cumple su curso en 365 días 5 horas y 48 minutos según el rey don Alonso aunque verdaderamente nadie lo ha podido alcanzar precisamente».

Entendamos que los movimientos de los planetas no son propios de ellos siguiendo el curso fijado por el orbe, sino que al considerar que los cielos son sólidos los que se mueven son éstos.

Veamos como nos explica Tornamira con sus propios términos esa diferencia entre cielo y planeta y cuál es la posición de éste en el orbe (pág. 35):

«las estrellas se mueven no por si mismas, sino que se mueven al movimiento de sus orbes en los cuales dizen que estan fixas de la manera que vemos los nudos en la tabla de madera»

Y también:

«Lo mesmo dize que acontece en las estrellas y planetas los cuales no son otra cosa que una parte mas espesa y apretada de su orbe: los cuales orbes por su rareza no amuestran su reluzimiento como los cuerpos resplandecientes de sus estrellas, por ser mas espesos y condensados»

De las estrellas fijas trata en el capítulo XVI. Considera las estrellas divididas en seis

magnitudes según su brillo y a cada magnitud le corresponde un tamaño. Recordemos que por considerarlas fijas en una esfera y por tanto equidistantes la diferencia de brillo no puede deberse a una mayor o menor proximidad a nosotros. Aunque, tiene en cuenta la variación del tamaño aparente según se hallen en el horizonte o en el meridiano producida por el efecto de refracción.

En la página 43 incluye estos datos:

6 estrellas de 1ª Magnitud de	155 veces el tamaño de la Tierra
45 estrellas de 2ª Magnitud de	86 veces el tamaño de la Tierra
208 estrellas de 3ª Magnitud de	72 veces el tamaño de la Tierra
474 estrellas de 4ª Magnitud de	50 veces el tamaño de la Tierra
216 estrellas de 5ª Magnitud de	36 veces el tamaño de la Tierra
50 estrellas de 6ª Magnitud de	20 veces el tamaño de la Tierra

El total de estrellas que da es 993 a las que añade 5 nebulosas y 9 tenebrosas sin explicar qué son. No obstante, la suma total no es de 1.022 como especifica antes de distribuir las por magnitudes.

En la página 44 hace la distribución por constelaciones de la siguiente forma:

21 constelaciones en el hemisferio norte con	360 estrellas
15 constelaciones en el hemisferio sur con	346 estrellas
12 constelaciones del Zodiaco con «unas»	500 estrellas

Esta vez el total es de «unas» 1.206 que se aproxima más a las 1.222 que es la cantidad que consideraba Ptolomeo y que tal vez un error de transcripción o e imprenta redujo a 1.022.

Por supuesto en el capítulo XIX dedicado al Zodiaco trata de la influencia de los distintos signos en el hombre, países, cultivos, etc... Tema que soslayaremos para ajustarnos a la descripción del sistema del mundo según hemos apuntado desde el comienzo.

En la página 121 aparece una referencia a las estrellas visibles o no en Tudela de acuerdo a su declinación.

Entraremos ahora en el apartado dedicado a la descripción del movimiento de los planetas y la forma en que éste se desarrolla; corresponde esta parte al capítulo XLVI de *Chronographia* titulado «De los Planetas». En él irán apareciendo conceptos que explicaremos a medida que surjan intentando, como hemos hecho hasta ahora, utilizar las definiciones que el propio Tornamira va dando.

Veremos que la descripción inicial de un mundo de esferas se complica aquí bastante, pues dentro de cada una de las esferas colocará otras que permitan la armonía entre el Universo descrito y el real.

En la página 135 nos adelanta la complejidad del sistema:

«Hase de entender aora que el octavo cielo y los otros dos q̄ està sobre el cada uno de ellos es de solo un orbe. Pero los de los siete planetas tiene cada uno mas de dos; porque el cielo de la luna que en quanto a nosotros es el primero se compone de quatro orbes como si imaginassemos quatro cascós de cebolla unos sobre otros. El cielo de Mercurio tiene V orbes todos los demas planetas tienen cada

tres orbes. Estos orbes se hallaron e inventaron para saber las apariencias que en los planetas se hallan».

Comienza con la descripción del movimiento del Sol. De su observación se sigue que invierte más tiempo en pasar de Aries a Libra —el recorrido correspondiente a Primavera y Verano— que en efectuar el otro semicírculo de la Eclíptica —trayectoria del desplazamiento solar a lo largo del año— y los datos que reseña en la pág. 136 son 186 días 8 horas 13 minutos frente a los 178 días 21 horas 42 minutos. La explicación no puede provenir de una variación de la velocidad del Sol, pues los movimientos de los astros son uniformes por lo que la explicación se busca en la desigualdad de los trayectos. Como el movimiento es circular la única solución válida es considerar que ese círculo es excéntrico a nuestra posición de observadores —o sea al centro del mundo— para lo cual introduce en la esfera del Sol tres orbes. El interior y exterior son los deferentes o «llevadores del auge del Eccétrico» el de en medio «es eccétrico al mundo esta en el fixado el cuerpo del Sol» y es el llamado excéntrico.

En la página 138 explica el movimiento del Sol. Veamos:

«Volviendo a los Orbes del Sol que el orbe blanco de medio es el uniforme en cuya grosicie va el Sol, como se ve en la primera figura los dos circulos negros son los orbes diformes que hacen altibaxar al Sol: alçar quando va sobre lo gruesso del negro interior, y baxar quando va en lo delgado del mesmo. Va yqual de la tierra quando va en los lugares de medio el Sol es tan grande que toma todo el gordor del canto del Orbe en que va fixo, como ñudo en tabla sin que se entienda que se mueva el por si como lo reprueva Aristotiles en el segundo de Celo».

Y sigue: «y asi dizen que el Sol se mueve, aunque verdaderamente el no se mueve sino el orbe defferente en quien esta fixado».

Para mejor comprensión del texto añadimos al final la correspondiente figura. Lo mismo haremos en la descripción del movimiento de la Luna y Mercurio.

El resto de los planetas (excepto la Luna y Mercurio) tienen tres orbes como el Sol pero situados de otra forma: uno interior, otro exterior y el tercero es un círculo en el que está el planeta, contenido en el espacio que dejan ambos como se ve en la figura y que se llama epiciclo. Él mismo en la pág. 137 nos dice que la descripción es semejante a la hecha para el Sol

«...excepto que el orbe de medio de cualquiera de ellos, q̄ de todas partes es eccétrico, tiene metida una Espherita q̄ se llama Epiciclo, y en la extremidad o circunferencia esta fixado el cuerpo del planeta cuyo es tal orbe».

El Sol por su tamaño ocupaba toda la anchura entre los deferentes y es en ese espacio que el planeta deja libre por ser de menor diámetro donde se sitúa el epiciclo. En pág. 139:

«Los otros planetas no son tan grandes que tomen todo el gordor del deferente antes el gordor del canto del orbe en que van es la distancia del epiciclo».

Los epiciclos se introducen en el sistema geocéntrico para explicar dos fenómenos observados en el movimiento de los planetas: su mayor o menor altura en el horizonte y los retrocesos que a veces experimentan respecto del fondo de estrellas fijas.

Estas complejidades desaparecen con la aceptación del sistema heliocéntrico, pues el movimiento de la Tierra era la causa de esos aparentes retrocesos.

Vemos como define Tornamira estos círculos que permitían la descripción del movimiento de los planetas y la explicación de los fenómenos observados. Aparecen en la página 141. Del deferente dice:

«El orbe o círculo del deferente que también se dize eccentrico, es un círculo real y eccentrico al centro del mundo, en el cual haze su curso el planeta firme en su epicilo sin variar del,»

Del sistema epiciclo - deferente encontramos en la pág. 142:

«El círculo o Orbe del equante es un círculo imaginario, y no real que se considera en la crassitud o grossicie del deferente para que sobre su centro y igualmente se mueva el centro del epiciclo. El qual equante se describe con la mesma línea sobre el centro de regularidad del movimiento del orbe eccentrico, segun la cantidad del eccentrico. Llamase assi, porque enseña los ignales movimientos de los planetas, cuyo centro dista tanto del mediocírculo deferente quanto el centro del deferente dista del medio del mundo, el epiciclo es un círculo pequeño y real, puesto en el orbe del deferente, donde el centro de la grosicie del deferente es centro del epiciclo en el qual esta fixo el Planeta. Este epiciclo es un círculo que se describe con una revolucion de una línea que salga del centro del cuerpo del Planeta.»

En la página 137 nos describe los orbes que explican el movimiento de la Luna. Dice así:

«La Sphera de la Luna tiene quatro orbes: porq̄ tiene los tres q̄ ave-mos dicho. Por la mesma orden y cõpostura, y tãbien el de medio dellos tiene su Epiciclo dõde va metida la Luna. Y sobre todos estos tiene otro sorbe q̄ es totalmente concentrico al mundo el qual cerca a todos los otros, llamase este Orbe defferète o llevador de la cabeza y cola del Drago.»

Veamos como describe los orbes de Mercurio que son cinco y que constituye el último modelo de los tres que explican los movimientos de los planetas: el de tres orbes, que constituye el caso general, el de cuatro para la luna y el de cinco para Mercurio. Esto lo explica en el página 137:

«En la Esphera de Mercurio ay cinco orbes, y el epiciclo los dos extremos semejantes a los dos extremos de la sphera del Sol. Los quales se llaman defferètes, o llevadores del Auge del Equante y dètro des-tos dos ay otro dos de desigual gordeza y corpulècia los quales se

ha entre sí, como los ya dichos, yendo siempre lo delgado del uno enfiñete de lo grueso del otro. Llamãse estos orbes deferetes o llevadores del auge del eccẽtrico. En medio de estos esta puesto el otro orbe, donde va el Epicilo, el qual orbe es el eccẽtrico de Mercurio.»

En la página 145 encontramos la definición de auge:

«aquel punto del eccentrico que esta mas remoto y apartado del centro del mundo, y es mas propinquo a la octava Sphera o firmamento se llama auge, que quiere decir lo mismo que elevación».

Veamos algunas matizaciones que añade Tornamira para dejar bien perfilados los orbes que determinan los movimientos de los planetas. Dice de la Luna en la página 145 «el círculo equante de la Luna es un círculo concéntrico a la tierra y centro del mundo el qual esta en la superficie de la eclíptica.» Este círculo concéntrico que llama «llevador de la cabeza y cola del dragón» tiene especial interés en el estudio de los eclipses, pues los puntos cabeza y cola del dragón son las intersecciones de la eclíptica con ese círculo, el deferente de la luna, es decir, los nodos. Los eclipses se producen cuando la longitud del Sol y la Luna respecto de su nodo lunar es pequeña dependiendo de la magnitud de esa longitud que el eclipse sea total o parcial. De la misma forma que la conjunción u oposición de ambos astros determinan que el eclipse sea de Sol o de Luna respectivamente.

No trataremos el tema de los eclipses puesto que se sale de nuestra intención de mostrar el sistema del Mundo que presenta Tornamira en su obra.

Por último una referencia más acerca de los orbes planetarios que encontramos en la página 146: «el defferente y equante de Saturno, Júpiter, Mars, Venus y Mercurio son eccentricos y fuera de la superficie de la Ecliptica».

Con la expresión «fuera de la superficie de la Ecliptica» probablemente quiera referirse a que no existen eclipses con los demás planetas lo cual no es rigurosamente cierto, pues todos ellos presentan oposiciones y conjunciones con la Tierra, aunque en ningún caso presenta las particularidades del sistema Sol-Tierra-Luna ni la espectacularidad de las grandes zonas de sombra y penumbra o el ensombrecimiento y ocultación total.

Este es el sistema descrito por Francisco Vicente de Tornamira en la *Chronographia*; se trata de un sistema geocéntrico tradicional en el que se observan, no obstante, algunas peculiaridades tanto en el sistema en sí como en su descripción.

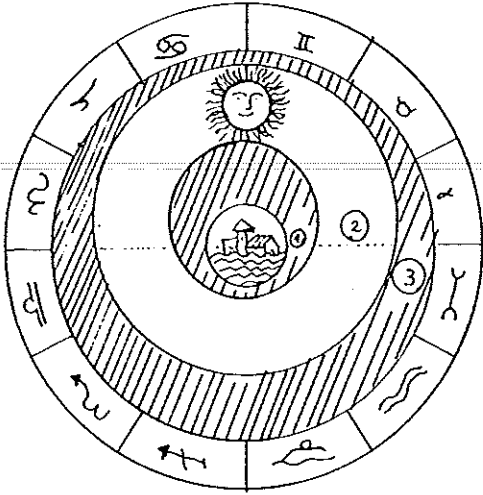
A partir de la introducción de las observaciones de los astrónomos árabes a lo largo de la Edad Media se tiene por habitual entender que la novena esfera da un giro cada 23 horas 54 minutos (tiempo transcurrido entre el paso consecutivo de una estrella cualquiera por un mismo sistema meridiano) y la octava esfera es la que explica la precesión con un periodo de 26.000 años.

Mientras que en el que aquí aparece no se habla de esa diferencia entre el movimiento diurno (24 horas) y el de las estrellas fijas. La precesión se explica con el movimiento de la novena esfera de periodo 26.000 años y corregido con el tercer movimiento de la octava.

Por otra parte en la descripción del movimiento de los planetas se confunden continuamente los términos excéntrico, deferente y equante dificultando gravemente la comprensión por lo que es interesante utilizar las figuras añadidas al final del trabajo. Tampoco relaciona

las periodicidades de los movimientos de epiciclos y deferentes.

No obstante este sistema presentado por Tornamira nos permite el acercamiento al pensamiento precopernicano y a la comprensión de la complejidad de los métodos geocéntricos para explicar la maquinaria del Universo.



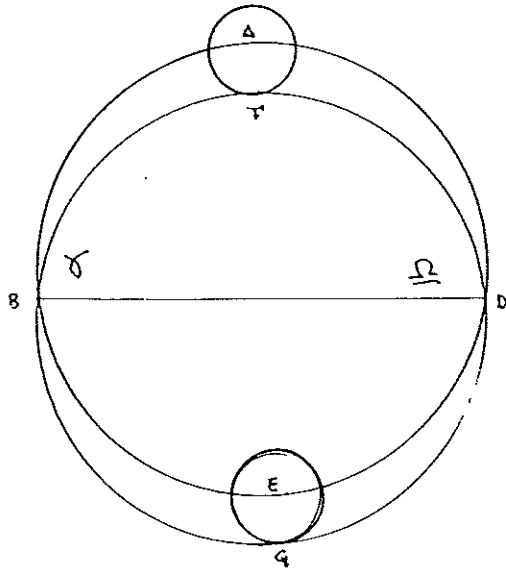
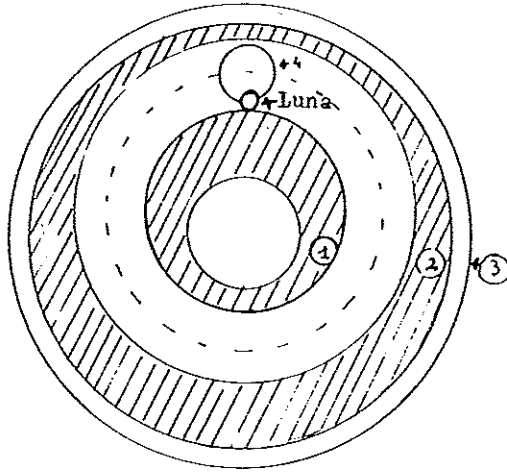
Cielo del Sol

Tres Orbes. El intermedio es excéntrico respecto al centro del mundo. Se aprecia por ello que el camino superior de Aries (♈) a Libra (♎) es más largo que el inferior.

Cielo de la Luna.

Cuatro orbes.

El 1 y el 2 mueven el deferente que está con trazo punteado y en él se mueve el centro del epiciclo que es el círculo 4. El 3 es el deferente "llevador de la cabeza y cola del dragón"



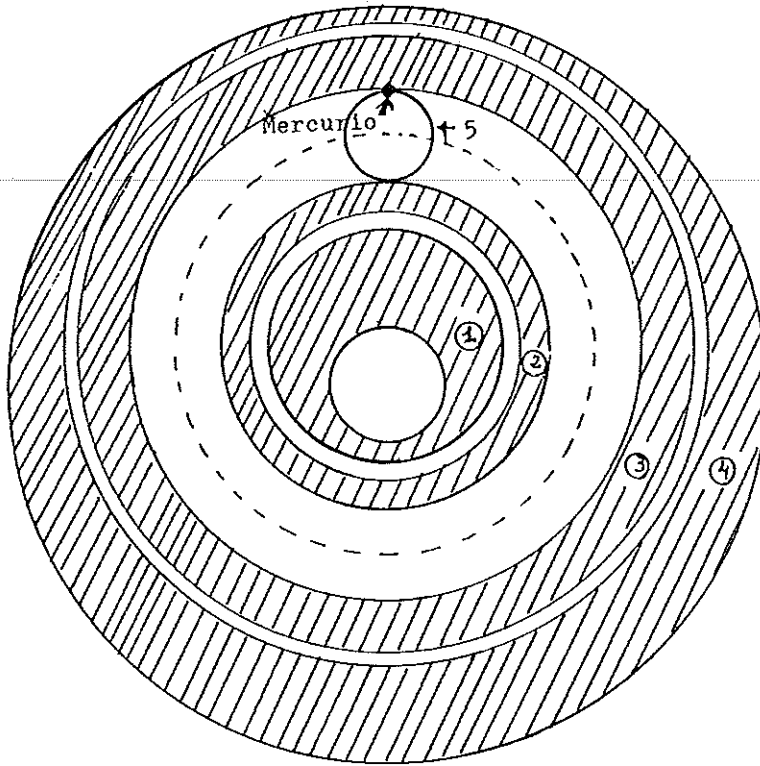
Eclíptica: DFBG

Llevador de cabeza y cola del dragón: ABED.

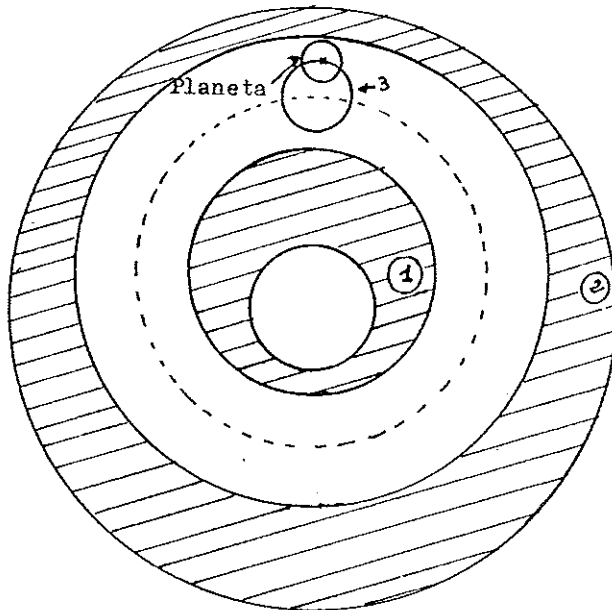
B es cabeza del dragón.

D pies del dragón.

Línea BD es la línea de los nodos, pues B y D son los nodos: puntos de eclipse.

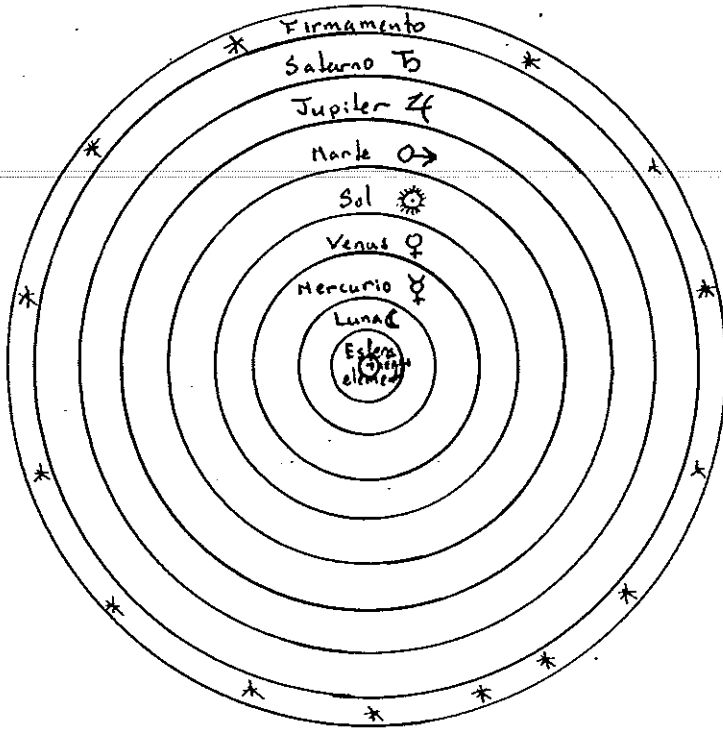


Cielo de Mercurio
 Un total de 5 orbes.
 Cuatro excéntricos
 y el epiciclo que es
 el número 5, cuyo
 centro describe el
 círculo punteado
 (deferente).

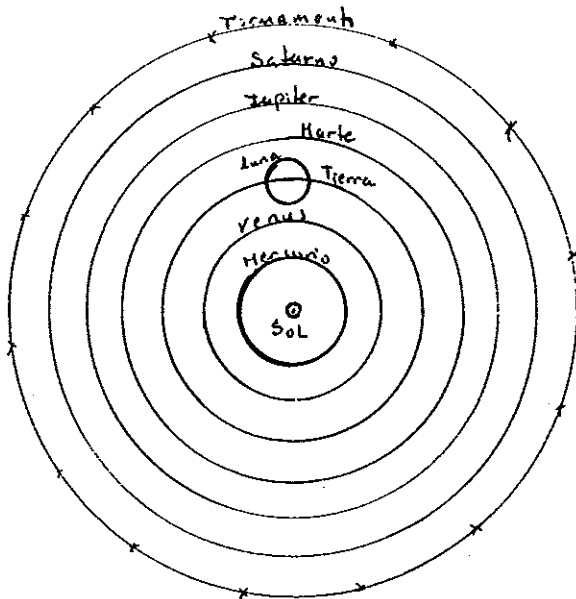


Cielo de cualquiera de los planetas:
 Venus, Marte, Júpiter o Saturno. Tiene tres orbes: el 1 y el 2 mueven el deferente (representado con tono discontinuo) en el que se mueve el centro del epiciclo(3).

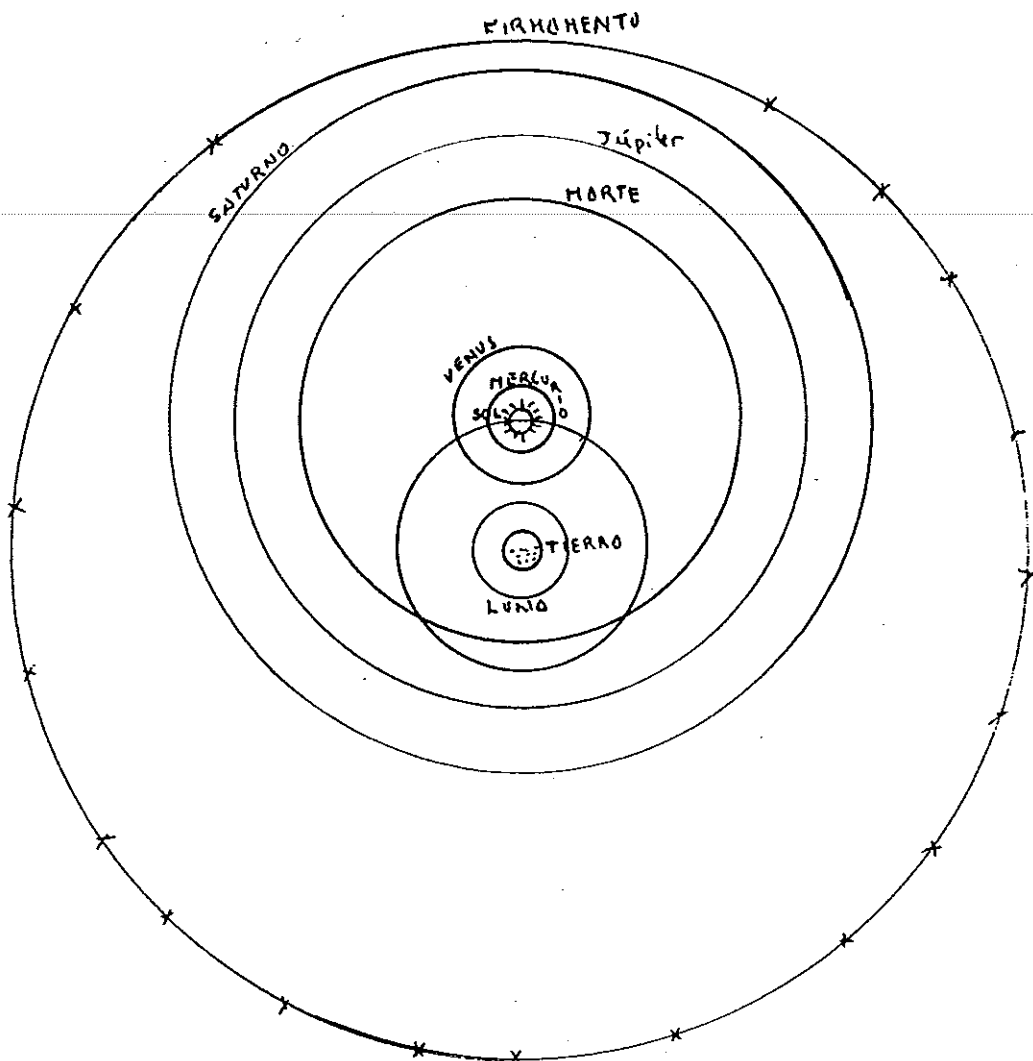
Es similar al de la Luna prescindiendo del "llevador de la cabeza y cola del dragón". E igualmente al del Sol incluyendo un epiciclo.



MODELO GEOCÉNTRICO



MODELO HELIOCÉNTRICO



MODELO DE TYCHO BRAHE

NOTAS

- (1) Félix de Latassa Ortín, *Biblioteca Nueva de los autores aragoneses que florecieron desde el año 1.500 hasta 1.599*. Pamplona Imp. de Joaquín Domingo. 1798. Ver Tornamira. Pág. 350.
- (2) Miguel Gómez Uriel, *Bibliotecas Antigua y Nueva de escritores aragoneses de Latassa aumentadas y refundidas en forma de diccionario bibliográfico-biográfico*. Zaragoza. Imp. de Calixto Ariño. 1886. Ver Tornamira.
- (3) *Gran Enciclopedia aragonesa*. Zaragoza, Ed. Unali S.A. 1982. Tomo XII. Ver Tornamira.
- (4) Nicolás Antonio, *Bibliotheca hispana*, Romae. Off. Nicolai Angeli Tinasii. 1682. Tomo I pág. 379.
- (5) Francisco Vicente de Tornamira, *Chronographia*. Pamplona. Imp. de Tomás Porrals. 1585. p. 189.
- (6) *Ibid.* p. 533.
- (7) José Ramón Castro, *Ensayo de una biblioteca tudelana*, Tudela Imp. de Castilla, 1933, p. 265 y ss.
- (8) Julio Altadill, *Geografía General del País Vasco*. Dirigida por F. Carreras. Barcelona, Ed. Alberto Martín, s.f. Tomo dedicado a la Provincia de Navarra, pg. 874.
- (9) Felipe Picatoste Rodríguez, *Apuntes para una Biblioteca Científica española del s. XVI*. Madrid. Imp. de Manuel Tello 1891. Pág. 314 y 315.
- (10) Martín Fernández de Navarrete, *Biblioteca Marítima española*. Madrid. Imp. de Vda. de Calero. 1851. Tomo II. Ver Tornamira.
- (11) Castro, op. cit. pág. 232.
- (12) y (13) *Ibid.*
- (14) *Ibid.* pág. 265 y ss.
- (15) Picatoste, Op. cit. pág. 314.
- (16) Tornamira, op. cit. Ver dedicatoria.
- (17) Esta reforma con la que se quiso contrarrestar el error introducido con la Reforma Juliana (al considerar que el año tenía una duración exacta de 365 días y un cuarto de día por lo que se creyó que añadiendo un día —el bisiestro— cada cuatro años se fijaban en fechas exactas los equinoccios y solsticios) consistió en fijar el equinoccio de primavera a 21 de Marzo, por lo que se le quitaron diez días al año 1582, y prevenir que se mantuviera alrededor de esa fecha quitando un bisiestro cada 400 años.
El problema provino de que la duración del año considerado en la Reforma Juliana era superior a la real que es del orden de 365 días y 0,2422 días lo que producía cada año un desfase de 0,25 -0,2422 - 0,0078 días por año.
La necesidad de transformar el Calendario fue durante siglos una constante en los trabajos de los astrónomos pero hasta que no recibió el impulso papal no fue posible. Lilio fue encargado de realizar esta Reforma que recibió el nombre de Gregoriana en honor del Papa Gregorio XIII que la impulsó y la introdujo.
- (18) Castro, op. cit. pág. 265. He preferido la transcripción en castellano que aparece en : Castro, *Autores e Impresores tudelanos*. Pamplona. Ed. Gómez. 1963. Pág. 431 y 432.
- (19) Latassa, op. cit. V. Tornamira pág. 350.
- (20) Fernández de Navarrete, op. cit. Tomo II. V. Tornamira.
- (21) Castro, *Ensayo de una Biblioteca Tudelana* V. Tornamira.
- (22) Castro, *Autores e impresores tudelanos*. V. Tornamira.
- (23) Marcelino Menéndez Pelayo, *La Ciencia Española*, Ed. C.S.I.C. 1954 Tomo III, pág. 219.
- (24) Pérez Goyena, *Ensayo de Bibliografía navarra*. Burgos. Imp. Aldecoa 1947. Tomo I. V. Tornamira.
- (25) Ion Bilbao, *Enciclopedia General Ilustrada del País Vasco*. Cuerpo C Eusko Bibliografía. 1978. V. Tornamira.
- (26) Antonio Palau i Dulcet, *Manual del Librero Hispanoamericano*. Barcelona. 1971. Segunda edición. V. Tornamira.
- (27) Picatoste, op. cit. pág. 314-5
- (28) Gabriel Sora, *Bibliotheca Caesaraugustae*, Imp. Ioannis de Larrumbe 1618. Pág. 87 y 94.
- (29) Nicolás Antonio, op. cit., V. Tornamira. Tomo I pág. 379.
- (30) Pérez Goyena, op. cit. Tomo I V. Tornamira.
- (31) Latassa, op. cit. pág. 350.
- (32) Antonio, op. cit. pág. 379. Tomo I.
- (33) Pérez Goyena, op. cit. Tomo I V. Tornamira.
- (34) Picatoste, op. cit. pág. 314 y 315
- (35) En 1616 la Inquisición declara herético el sistema heliocéntrico, pues da como cierto el movimiento de la Tierra. Galileo prosigue la publicación de sus obras: *Il Saggiatore* en 1623 y *el Diálogo* en 1632 por lo que se ve involucrado en un largo proceso que concluyó el 22 de Junio de 1632 al final del cual Galileo hubo de abjurar de sus ideas heliocentristas.

- (36) Thomas Digges (c. 1545-95) publicó en 1576 su *Perfit Description of the coellectual orbes* defendiendo el sistema copernicano.
- (37) Tycho Brahe (1546-1601) gran observador estudió la Nova de 1572 y el cometa de 1577. Dedujo de ello que los orbes planetarios no tenían existencia material y que los cielos supralunares no eran incorruptibles echando así por tierra importantes principios aristotélicos y poniendo por tanto en entredicho la física que había prevalecido hasta el momento.
- (38) La inexistencia de paralaje para las estrellas le impedía considerar una Tierra en movimiento. El problema era que en la dimensión de Tycho le otorgaba al Universo no podía existir tal paralaje por considerarlo demasiado pequeño y por tanto las estrellas demasiado próximas. El problema del paralaje estelar hubo de esperar más de cien años para encontrar solución.
- (39) Barbara Bienkowska «Controversia en torno al heliocentrismo en la cultura europea «Nicolás Copérnico en el quinto centenario de su nacimiento 1473 - 1973. Buenos Aires. Siglo XXI. 1973 pág. 169.
- (40) Ibid. pág. 169.
- (41) López Piñero y otros, *Materiales para la Historia de las Ciencias en España: S. XVI-XVII* Valencia . Gr. Soler. 1976. Pág. 89.
- (42) Ibid. pág. 86.
- (43) Thomas S. Kuhn, *La revolución copernicana* Barcelona. Ed. Ariel 1981. Segunda edición. Pág. 149.
- (44) Conocido en Europa como Alfragano. Astrónomo árabe del siglo IX cuyas observaciones influyeron de forma determinante en la astronomía medieval.
- (45) Se trata del grupo Alfa y Beta de Centauro que dista de nosotros 4,3 y 4,2 años luz. Un año luz es la distancia recorrida por un rayo luminoso en un año. La velocidad de propagación la luz es aproximadamente de 300.000 Km/sg., como los segundos que tiene un año son 31.556.926 un año luz equivale a $300.000 \times 31.556.926 = 9.467.077,8$ millones de Km.
- (46) Fernando de Magallanes (1480?-1521). Marino portugués que comenzó el viaje de circunvalación de la Tierra, en cuyo transcurso murió, en 1519 concluido por Juan Sebastián Elcano en 1522.
- (47) Año trópico es el tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos del Sol por el punto vernal medio, su duración es de 365,2422 días medios. Punto vernal o primer punto Aries es el punto de intersección del Ecuador y la Eclíptica se representa con el símbolo de Aries. Cuando el Sol está en la posición de ese punto se produce el equinoccio de primavera. El cálculo del año trópico redujo enormemente los problemas suscitados por la variación del instante en que se producía el equinoccio de primavera y que se conocía como precesión de los equinoccios o movimiento de Trepidación. Puesto que los planos fundamentales están sometidos a constantes variaciones la precesión estudia las posiciones del punto vernal medio (intersección del ecuador medio y la eclíptica media).

BIBLIOGRAFÍA

- ALTADILL, JULIO. *Geografía General del País Vasco*. Dirigida por F. Carreras; Barcelona, Ed. Alberto Martín, s.f. Tomo dedicado a Navarra.
- ANTONIO, NICOLÁS. *Bibliotheca hispana*; Romae, Off. Nicolai Angeli Tinasii, 1682.
- BIENKOWSKA, BARBARA y otros. *Nicolás Copérnico en el quinto centenario de su nacimiento 1473-1973*. 1ª Edición Buenos Aires S. XXI, 1973.
- BILBAO, ION. *Enciclopedia General Ilustrada del País Vasco*. Bilbao Ed. Auñamendi, 1970-8.
- CASTRO, JOSÉ RAMÓN. *Ensayo de una bibliografía tudelana*; Tudela Imp. de Castilla, 1933.
- Autores e impresores tudelanos*. Pamplona, Ed. Gómez, 1963.
- Enciclopedia Larousse*; reimpresión de 1973, Barcelona, Ed. Pala, 1973.
- FERNANDEZ DE NAVARRETE, MARTÍN. *Biblioteca Marítima española*; Madrid, Imp. Vda. de Calero, 1851.
- GÓMEZ URIEL, MIGUEL. *Bibliotecas Antigua y Nueva de escritores aragoneses de Latassa*

aumentadas y refundidas en forma de diccionario bibliográfico-biográfico; Zaragoza, Imp. de Calixto Ariño, 1886.

-*Gran Enciclopedia Aragonesa*; Zaragoza, Ed. Unali S.A., 1982.

HERRMANN, JOACHIM. *Atlas de Astronomía*; 1ª Edición, Madrid, Ed. Alianza, 1983.

KUHN, THOMAS. *La revolución copernicana*; Barcelona, Ed. Ariel, 1981.

LATASSA ORTÍN, FÉLIX DE. *Bibliotheca Nueva de los autores aragoneses que florecieron desde el año 1500 hasta 1599*; Pamplona, Imp. Joaquín Domingo, 1798.

LÓPEZ PIÑERO, J.M. y otros. *Materiales para la historia de las ciencias en España: S. XVI-XVII*; Valencia, Pre-textos, 1976.

MENÉNDEZ PELAYO, MARCELINO. *La ciencia española*; Santander, C.S.I.C. 1954.

MÍNGUEZ PÉREZ, CARLOS. *De Ockham a Newton: La formación de la ciencia moderna*; Madrid, Ed. Cincel, 1986.

PALAU Y DOLCET, ANTONIO. *Manual del librero hispanoamericano*; 2ª Ed., Barcelona, Librería Palau, 1971.

PÉREZ GOYENA, ANTONIO. *Ensayo de Bibliografía navarra desde la creación de la imprenta hasta 1910*; Burgos, Imp. Aldecoa, 1947.

PICATOSTE RODRÍGUEZ, FELIPE. *Apuntes para una biblioteca científica española del S. XVI*; Madrid, Imp. Vda. de Calero, 1851.

SORA, GABRIEL. *Bibliotheca*; Caesaraugustae, Imp. Ioannis de Larrumbe. 1618.

VICENTE DE TORNAMIRA, FRANCISCO. *Chronographia y repertorio de los tiempos, a lo moderno el qual trata varias y diversas cosas*; Pamplona, Imp. de Thomas Porrallis de Savoya, 1585.

-*Traducción del Calendario Gregoriano de latín en español, con ciertas adiciones y comentarios al fin de cada uno de sus canones para que mejor le puedan entender*; Pamplona, Pedro Porrallis, 1591.

FRANCISCO VICENTE DE TORNAMIRA ETA MUNDUAREKIKO BERE IKUSPEGIA

Hiru izan dira artikulu honen helburuak:

- 1.- Bere eta bere lanean bibliografiari buruzko azterketa, bere sorrera eta bere lanen argitaratze datak zirela eta, sortu zen eztabiadan erabilitako argudioen baloraketa.
- 2.- Tornamiraren lanen baloraketa, bere garaiko Espainiako eta Europako zientzi giroan.
- 3.- Cronographia deritzan liburuan egile honek aurkeztutako sistema geozentrikoaren azterketa.

FCO. VICENTE DE TORNAMIRA AND HIS SYSTEM ABOUT THE WORLD

Three are the objectives to achieve in this article:

- 1.- Analysis of the bibliography referred to himself and works to value the arguments of the controversy about his origins and dates of edition of his works are held and to obtain objective conclusions.
- 2.- Valuation of Tornamira's works in the scientific Spanish and European context in this time.
- 3.- The Study of the geocentric system presented by this author in the Chronography.